

VARASTONHALLINNAN KEHITTÄMINEN PAKKAUSMATERIAALITEHTAASSA

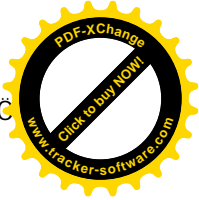
Tuukka Juutilainen

Opinnäytetyö
Joulukuu 2011

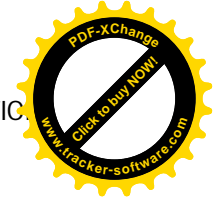
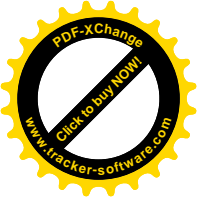
Logistiikan koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala



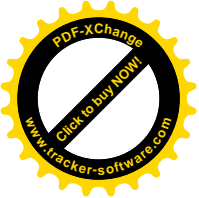
JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tekijä(t) JUUTILAINEN, Tuukka	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 05.12.2011
	Sivumäärä 36	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus () saakka	Verkkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi VARASTONHALLINNAN KEHITTÄMINEN PAKKAUSMATERIAALITEHTAASSA		
Koulutusohjelma Logistiikka		
Työn ohjaaja(t) LEHTOLA, Pasi		
Toimeksiantaja(t) Stora Enso Packaging Oy, Jarmo Viljanen, Logistiikkapäällikkö		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää Stora Enso Packaging Finland Oy:n varastojen toimintaa esittämällä varastojen ongelmakohdat. Työn toteuttamiseksi tutkittiin erilaisia teoriatietoja ja kerättiin dataa yrityksen tietojärjestelmistä. Kerättyjen tietojen pohjalta laskettiin varastotuotteille kiertonopeudet ja sitoutuneen pääoman kustannukset sekä tehtiin ABC-analyyskejä muun muassa tuotteiden volyymien perusteella varaston uudelleenjärjestämiseksi. Työssä analysoitiin myös varastotuotteiden valmistuserien koot ja kehitettiin yksinkertainen Excel-työkalu valmistuserien tarkistamiseksi.</p> <p>Työn teoriaosuudessa selvitettiin mitä on logistiikka ja sen toiminnot, perehdyttiin varaston hallintaan, kustannuksiin ja tärkeimpiin tunnuslukuihin. Työssä tutkittiin myös taloudellisen eräkoon laskemiseen käytettävää EOQ-menetelmää. Menetelmää voidaan käyttää tulevaisuudessa hyväksi laskettaessa uusia eräkojoja.</p> <p>Työn tutkimus osuudessa tietojärjestelmistä kerätyn datan pohjalta laskettiin varastotuotteiden kiertonopeudet, sitoutuneen pääoman kustannukset ja tehtiin ABC-analyysi tulosten analysoimiseksi. Tuloksista huomattiin, että varastosaldot ovat liian korkeat eikä tavara liiku asiakkaille halutulla tavalla. Tämä aiheuttaa suuria varastointikustannuksia. Tulosten pohjalta tehtiin ratkaisuehdotukset.</p> <p>Myös valmistuserien huomattiin olevan liian suuret. Tällä perusteella suunniteltiin yksinkertainen Excel-työkalu teoriassa esitetyn taloudellisen eräkoon laskentakaavan (EOQ) mukaisesti. Sen avulla voidaan arvioida tuotteiden valmistuseräkoot uudelleen.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Logistiikka, varastointi, ABC-analyysi, EOQ, kiertonopeus		
Muut tiedot		

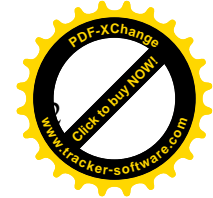
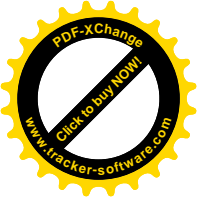


Author(s) JUUTILAINEN, Tuukka	Type of publication Bachelor's / Master's Thesis	Date 05.12.2011
	Pages 36	Language Finnish
	Confidential () Until	Permission for web publication (X)
Title DEVELOPING WAREHOUSE MANAGEMENT IN A PACKAGING MATERIAL FACTORY		
Degree Programme Logistics		
Tutor(s) LEHTOLA, Pasi		
Assigned by Stora Enso Packaging Oy, Jarmo Viljanen, Head of logistics		
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to develop warehouse functions at Stora Enso Packaging Finland Oy by finding and presenting the problems. Various theories were studied and information was collected from company's information systems to implement this work. Based on the information was founded, velocity of warehouse products and holding costs were calculated. ABC-analysis was also made to help to re-organize the warehouse by volumes. In this work was also analyzed the lot sizes of the warehouse products and developed a simple Excel-tool to recalculate the lot sizes.</p> <p>In the theory part of this work was presented the basics of logistics functions, warehouse control and costs the most important key figures. It was also researched the method of Economic Order Quantity-Formula (EOQ). It can be used in the future when the new lot sizes are calculated.</p> <p>Velocity for warehouse products and holding costs were calculated based on the information was collected from the system. ABC-analyses was made to analyzes and present the results. It was noticed from the results that warehouse balances were too high level and velocity of products are not on the level that is wanted. This causes large holding costs. Based on the results, the suggestions to solve these problems were made.</p> <p>Also the lot sizes of warehouse products were recognized as too big. The EOQ-method tool was made with Excel as it was presented on the theory part of this thesis. It is for help to guide when lot sizes are verified.</p>		
Keywords Logistics, warehousing, ABC-analysis, EOQ, inventory turnover		
Miscellaneous		



Sisältö

1. Johdanto	3
1.2. Opinnäytetyön rakenne.....	4
2. Logistiikka	5
2.1. Mitä on logistiikka?	5
2.2. Logistinen toimintaketju.....	6
3. Varastot ja niiden merkitys.....	8
3.1. Varastojen syntymisten syyt	9
3.2. Varastoinnin kustannukset	11
3.3. Varastoinnin tunnuslukuja.....	13
3.3.1. palvelutaso	13
3.3.2. Varaston kiertonopeus	16
3.3.3. Varaston kiertoaika	17
3.3.4. ABC-analyysi.....	18
4. Optimaalisen valmistuseräkoon määrittäminen	20
4.1. Economic order quantity (EOQ)	20
4.2. Economic Order Quantity- kaava käytännössä.....	22
5. Kohdeyritys	24
5.1. Yritysesittely.....	24
5.2. Varastointi.....	25
6. Nykytila-analyysit	27
6.1. Varaston kiertonopeus	27
6.2. Sitoutunut pääoma ja ABC-analyysit	28
7. Ratkaisuehdotukset.....	30
8. Pohdinta.....	33
LÄHTEET	34
LIITTEET.....	36
Liite 1. Otos yhteenvetotiedostosta.....	36

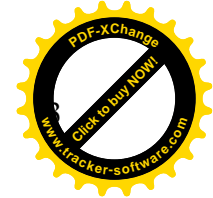


KUVIOT

KUVIO 1. Logistinen jakelukanava.....	5
KUVIO 2. Logistiikan kokonaiskustannusten muodostuminen.....	6
KUVIO 3. Varaston toimintoja.....	8
KUVIO 4. Aktiivivaraston ja varmuusvaraston syntyminen.....	10
KUVIO 5. Kappalemäärien vaikutus varastointikustannuksiin.....	13
KUVIO 6. Palvelutason vaikutus varastomääriin.....	16
KUVIO 7. Varastointikustannusten muutos kiertonopeuden kasvaessa.....	17
KUVIO 8. Vuotuiset varastointikustannukset.....	21
KUVIO 9. Vuotuiset asetuskustannukset.....	21
KUVIO 10. Vuotuiset kokonaiskustannukset.....	22
KUVIO 11. Tuotekuva.....	25
KUVIO 12. Kiertonopeuksien prosentuaalinen jakautuminen.....	28
KUVIO 13. EOQ-laskentataulukko.....	31

Taulukot

Taulukko 1. Varmuuskertoimia.....	15
-----------------------------------	----



1. Johdanto

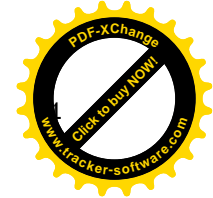
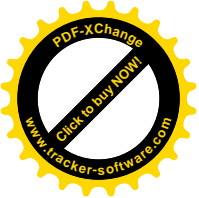
Aikana, jolloin lama koettelee yrityksiä ja kassavarannot ovat minimissään, on hyvä saada kustannussäästöjä tehostamalla toimintoja. Stora Enso Packagingin kokoisessa yrityksessä varastot sekä niihin sitoutunut pääoma ovat suuria. Varastojen toiminnan tarkastelu ja ongelmien selvittäminen voivat tuoda yritykselle suuriakin säästöjä.

Opinnäytetyön tarkoitus on tutkia Stora Enso Packaging Finland Oy:n varastotuotteiden kiertonopeuksia, varastotuotteiden määriä varastossa sekä yrityksessä olevan tietojärjestelmän määrittelemiä hälytysrajoja varastotuotteille.

Toimeksiannon tavoitteena on selvittää varastotuotteiden nimikekohtaiset kiertonopeudet ja laskea niille sitoutuneen pääoman kustannukset nykyisillä tuotantomäärillä. Kiertonopeuksien ja kustannusten avulla pyritään esittämään varaston ongelmakohdat. Tarkoituksena on myös kehittää optimointityökalu optimaalisten valmistusmäärien laskemiseksi. ABC-analyysijä tullaan tekemään sekä varaston uudelleen järjestelyn työkaluksi että osoittamaan sitoutuneen pääoman kustannuksien jakautuminen. Tavoitteena on myös tietojärjestelmässä olevien hälytysrajojen tuotekohtainen selvittäminen. Selvityskohteet ovat olleet jo pitkään tiedossa, mutta ennen tätä ei ole ollut resursseja toteuttaa tutkimusta niiden parantamiseksi.

Tutkimus on rajattu koskemaan vain Stora Enso Packaging Oy:n valmiiden tuotteiden varastojenhallintaa. Varastoissa on kahta erilaista tuotetta, varastotuotteita sekä tilaustuotteita. Tilaustuotteet menevät asiakkailleen noin kahden päivän kuluessa valmistuksesta, kun taas varastotuotteet varastoidaan pidemmäksi aikaa omaan varastoon. Tässä työssä keskitytään ainoastaan varastotuotteisiin.

Opinnäytetyö on teoreettisen tutkimuksen ja empiirisen tutkimuksen yhdistämistä. Teorialla vahvistetaan käytännön tutkimuksista saatuja tuloksia. Empiirisen aineiston hankintaan ja ongelmien ratkaisemiseen työssä käytetään kvantitatiivisen eli määrällisen tutkimuksen menetelmiä. Suurin osa tutkimusaineistosta on numeerisessa muodossa. Eri vaiheet, kuten aineiston kerääminen, käsittely ja analysointi ovat toisistaan irrallaan olevia vaiheita.



1.2. Opinnäytetyön rakenne

Opinnäytetyön rakenne koostuu johdanto-osuudesta, jossa kerrotaan työn taustasta, tavoitteista ja rajouksista sekä työn rakenteesta. Työn teoriaosuuteen esitellään ensiksi logistiikka käsitteenä ja sen vaikutus yritykseen ja yrityksen muihin toimintoihin. Lisäksi eritellään logistiikan toimintaketjun osat, tulologistiikasta lähteviin kuljetuksiin. Teorian toisessa osuudessa selvitetään varastojen synty ja merkitys ja esitellään varastoinnin tärkeimpiä tunnuslukuja. Teorian viimeisessä osuudessa on käyty läpi valmistuserien optimointiin käytettävä EOQ-työkalu, jota on hyödynnetty myös työn tutkimuksessa. Tutkimusosuudessa on esitelty yritys, tutkimuksessa käytetyt toiminnot ja tulokset, ratkaisuehdotukset ja pohdinta.

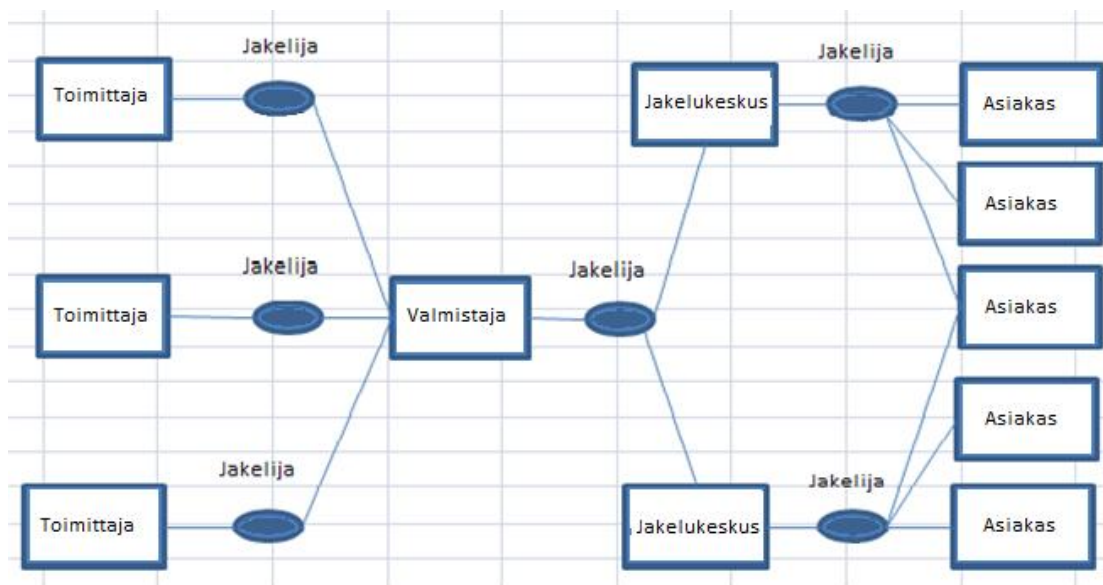
2. Logistiikka

2.1. Mitä on logistiikka?

Käsitteenä logistiikka ei ole vielä kovinkaan tuttu, muissa kuin asiantuntijapiireissä. Se mielletään usein pelkästään kuorma-autolla tapahtuvaksi tavarankuljetukseksi. Logistiikka on kuitenkin teollisuusyritysten yksi tärkeimmistä osa-alueista, ellei tärkein. Yrityksissäkin logistiikan tärkeys on alettu ymmärtää vasta viime vuosina.

Teollisuudessa logistinen prosessi alkaa jo tuotannon raaka-aineiden ja osien hankinnasta, johon kuuluu ostaminen, kuljetus ja varastointi. Tuotteiden tuotannonohjaus, keskeneräisten ja valmiiden tuotteiden varastointi ja varastojen hallinta, jakelukuljetukset sekä myynnin jälkeisten palvelujen tuottaminen ovat kaikki logistiikkaa. (Karhunen, Pouri & Santala 2008, 23)

Kuviossa 1 on esitetty koko jakelukanava tuotteen alkupisteestä loppukäyttäjälle asti.

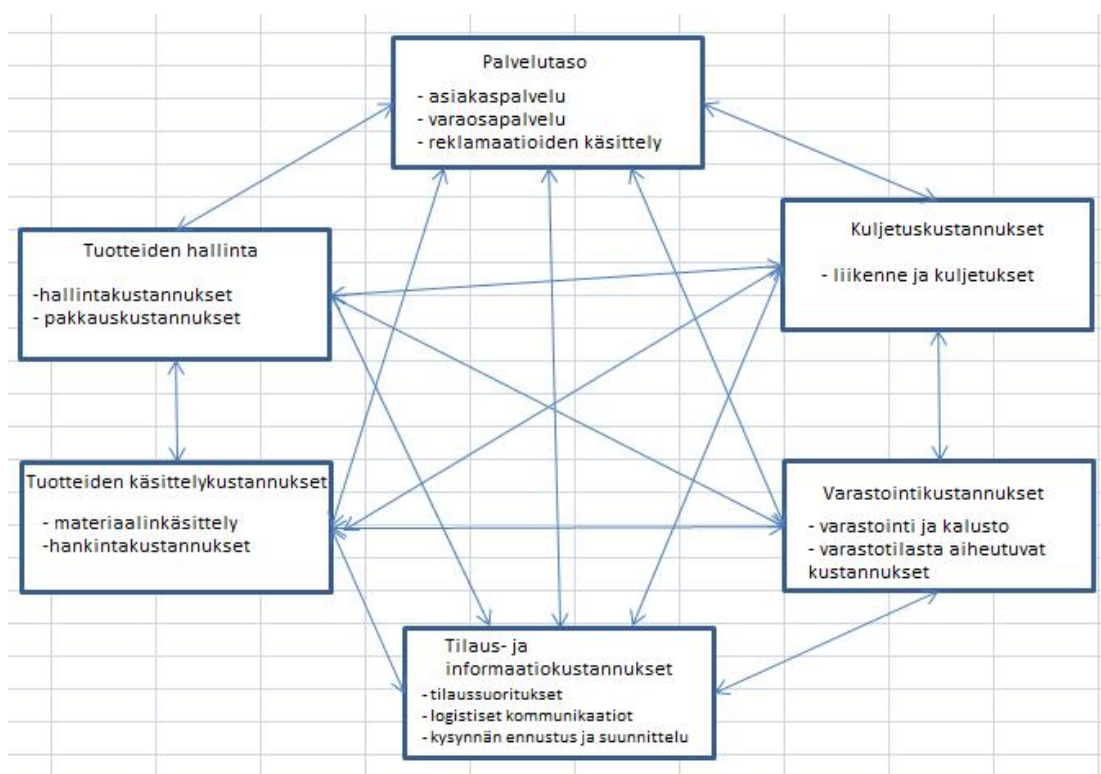


KUVIO 1. Logistinen jakelukanava.

Teollisuuden kansainvälistyminen ja "vapaan kaupan" salliminen ovat vain lisänneet logistiikan ja sen hallinnan merkitystä. Tehtaat ovat pakotettuja kustannussyistä val-

mistamaan sen kokoisia eriä, että ne synnyttävät tuotevarastoja eri puolille maailmaa. Tuotteet halutaan tarjota asiakkaille vaivattomasti kansallisesti että kansainvälisesti ja tämä on lisännyt valmistus-, kuljetus- ja varastointitarpeita merkittävästi. Tämä tarkoittaa yrityksille korkeita logistisia kuluja. Kuviossa 2 näkyy, kuinka logististen toimintojen kustannukset muodostuvat.

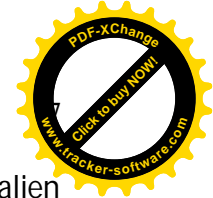
(Karhunen, Pouri & Santala 2008, 28–29)



KUVIO 2. Logistiikan kokonaiskustannusten muodostuminen.

2.2. Logistinen toimintaketju

Logistiset toiminnot voidaan jakaa osiin usealla eri tavalla. Tässä on seurattu Von Baghin ja kumppaneiden esittelemää luokittelua. Luokitteluun kuuluu tulologistiikka, sisälogistiikka ja lähtölogistiikka. Varastointi on esitelty tässä työssä erillisenä kokonaisuutena.



Tulologistiikka, toisin sanoen hankintalogistiikka, on pääpiirteissään materiaalien hankinta yritykselle. Tulologistiikka käsittää tavarantoimittajan valinnan ja tavarantoimituksen, pakkausten- ja tavaramerkinnän suunnittelun sekä kuljetuksen yrityksen vaatimaan paikkaan. (Von Bagh, Günther & Salmenkari 2000, 158–159)

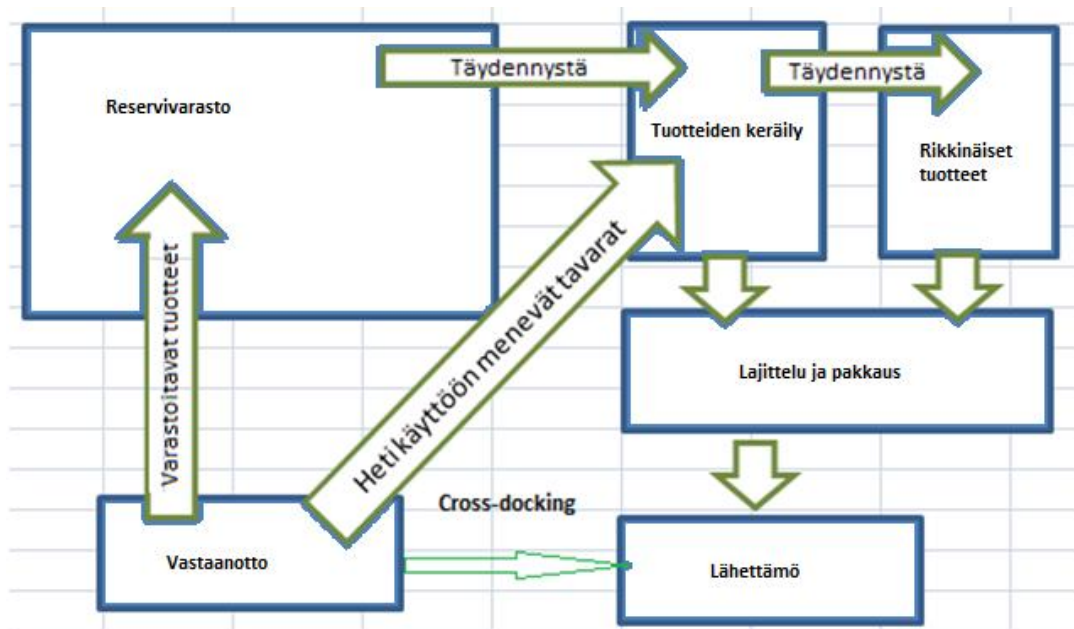
Sisälogistiikan ensimmäinen vaihe on tavarantoimituksen vastaanotto. Sisälogistiikkaa kutsutaan myös tuotantologistiikaksi. Sisälogistiikkaan ei kuulu tuotannossa tapahtuvat tuotteen jalostusvaiheet, vaan muun muassa materiaalien siirrot, tuotannonohjaus ja keskeneräisen työn varastointivaiheet. (Von bagh ym. 2000, 159–160)

Tuotantologistiikassa pyritään tehostamaan toimintoja parantamalla materiaalivirtojen ohjausta ja pienentämällä läpimenoaikoja. Yksi tuotantologistiikan tärkeistä tehtävistä on optimaalisen eräkoon löytäminen. Kaksi yleisesti käytettyä menetelmää optimaalisen eräkoon löytämiseen sekä tuotannonohjaukseen ovat pull- ja push-metodit. Pull-metodin mukaan tuotteita valmistetaan vain asiakkaan tarpeen mukaan, jolloin tuotteita ei tarvitse varastoida niin paljon kuin Push-metodia käytettäessä. Toisaalta kysynnän vaihtelu saattaa aiheuttaa toimitusvaikeuksia asiakkaille. Push-metodi perustuu raaka-ainemäärien mukaiseen tuotantoon, jolloin tuotteita valmistetaan suuremmissa erissä varastoon. Tällöin toimitusvarmuus pysyy korkeana, mutta varastointikustannukset puolestaan kasvavat. (Logistiikka, kuljetus ja varastointi.)

Lähtölogistiikka eli jakelulogistiikka koostuu tavarantoimituksesta liikkeisiin tai terminaaleihin, joista ne toimitetaan myöhemmin asiakkaille. Tavaroiden lastaus ajoneuvoon on lähtölogistiikan tavaravirran ensimmäinen työvaihe. Lähtölogistiikkaan kuuluu myös tilausten käsittely sekä toimitusten suunnittelu ja ohjaus. (Von bagh ym. 2000, 161.)

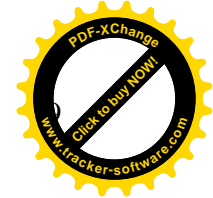
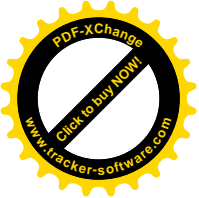
3. Varastot ja niiden merkitys

Tavallisesti varastolla tarkoitetaan tilaa, jossa säilytetään valmistuksessa tai asiakaspalvelussa tarvittavia hyödykkeitä. Kuviossa 3 on esitetty varaston tyypillisimpiä toimintoja. Niitä ovat vastaanotto ja tarkastus, siirto varastoon tai suoraan käyttöön, varastosta keräily, pakkaus ja merkintä, lastaus ja lähetys sekä cross-docking. Cross-docking tarkoittaa, että tavarat puretaan autoista vain odottamaan jatkokuljetusta. Niitä ei viedä varastoon eikä niitä jalosteta mitenkään.



KUVIO 3. Varaston toimintoja.

Taloudellisessa kielenkäytössä varasto käsittää vaihto-omaisuuden arvon. Vaihto-omaisuudella tarkoitetaan raaka-aineiden, keskeneräisen tuotannon sekä valmiiden tuotteiden varastojen arvoa. (Sakki 2009, 75,103.)



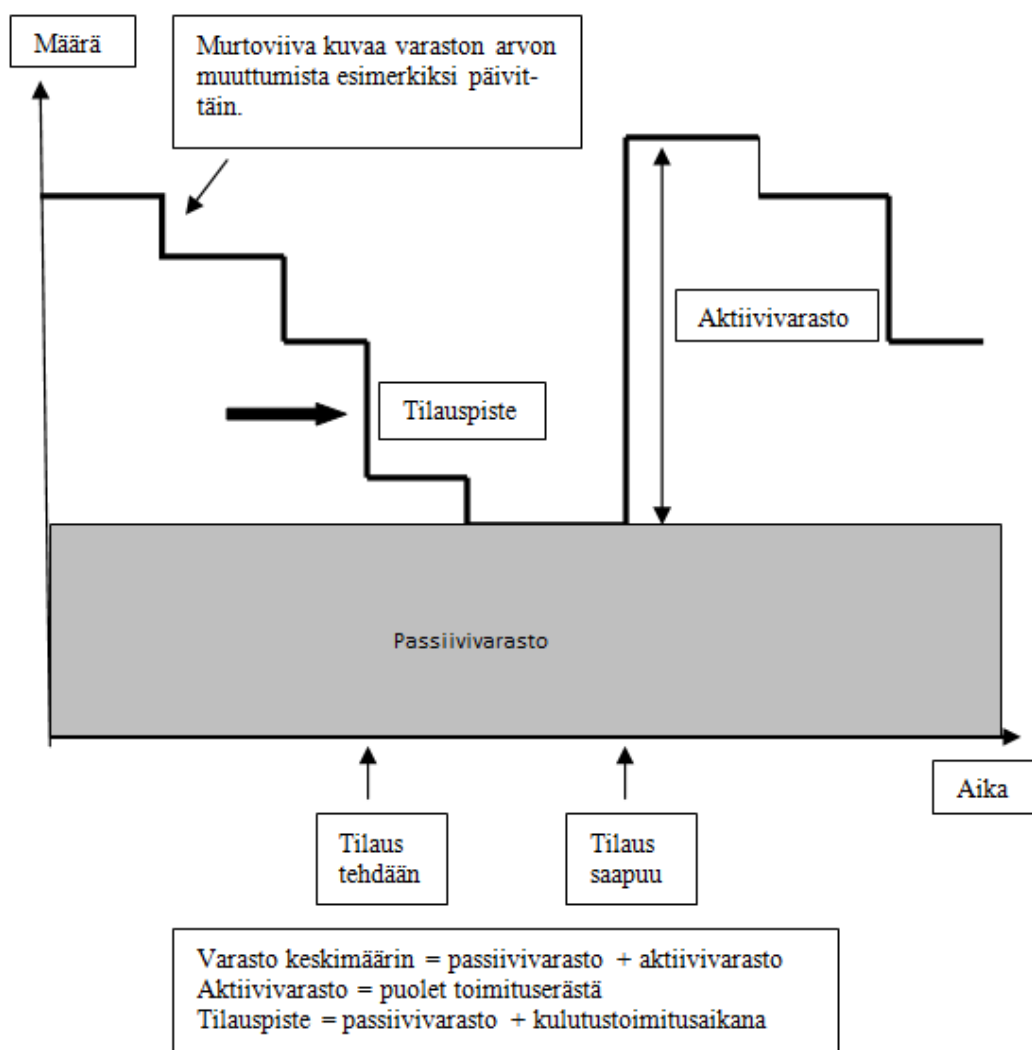
3.1. Varastojen syntymisten syyt

Nykypäivänä teollisuuden kansainvälistyessä on varastoinnin tarpeellisuus kasvanut merkittävästi. Tuotteet täytyy toimittaa asiakkaille ajallaan ja välimatkojen kasvaessa on kuljettaminen taloudellisinta suurissa erissä. Tällöin varastointi on usein ainoa mahdollisuus. Stock & Lambert on eritellyt varastojen syntymisen syyt yhdeksään kohtaan:

1. Saavutetaan kuljetussäästöjä
2. Saavutetaan tuotantosäästöjä
3. Ostamalla kerralla isoja eriä saadaan paljous alennusta sekä säästetään ostokertoissa
4. Säilytetään hankintalähteet
5. Tuetaan yrityksen asiakaspalvelu politiikkaa
6. Pystytään vastaamaan muuttuviin markkinoiden kysyntään
7. Voitetaan aika ja matka erot asiakkaiden ja tuottajien välillä
8. Saavutetaan pienimmät logistiikkakustannukset samalla yltämällä haluttuun palvelutasoon
9. Tuetaan Just-in-time menetelmää sekä toimittajien että asiakkaiden suuntaan

(Stock & Lambert 2001, 391.)

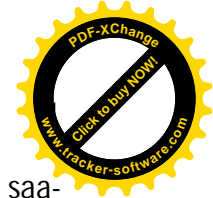
Teollisuudessa varastot voidaan luokitella kolmeen ryhmään: raaka-aine-, puolivalmiste-, ja valmistevarastoihin. Lisäksi Sakki jakaa varastojen tyypit niiden muodostumisen perusteella aktiivivarastoksi ja varmuusvarastoksi. Varmuusvarastot syntyvät epävarmuustekijöistä johtuen. Sen avulla varaudutaan asiakkaiden kysynnän vaihteluihin, toimittajien toimitusvaikeuksiin tai omiin tuotannollisiin ongelmiin. Aktiivivarasto syntyy, kun on ostettu tai tuotettu suurempi määrä tavaraa, kuin sen hetkinen kysyntä. Kuviossa 4 on esitetty varmuusvaraston ja aktiivivaraston synty. Kuvassa olevalla passiivivarastolla tarkoitetaan siis varmuusvarastoa. Se on määritetty yrityksen johtohenkilöiden toimesta. Varmuusvaraston suuruus voi olla esimerkiksi kolmen viikon kulutus kappaleina. Aktiivivaraston koko vaihtelee siis kysynnän mukaan. Jos tuotetta on kulunut uuden tilauksen saapuessa vähemmän kuin aikaisemmin, aktiivivaraston koko kasvaa. (Sakki 2009, 103.)



KUVIO 4. Aktiivivaraston ja varmuusvaraston syntyminen.

Yritysten raaka-ainevarastot täydennetään usein muualta tulevilla tuotteilla. Pitkät etäisyydet ja kuljettamisen suuret kulut pakottavat yritykset tilaamaan tuotteet suurimmissa erissä, jotta tuotteiden yksikkökustannukset alenevat. Yrityksen tuotevalikoiman ollessa laaja, joudutaan tuotteita hankkimaan liian suurissa erissä niiden menekkiin nähden ja tällöin syntyy varastoja. (Sakki 2009, 103–104.)

Yritysten puolivalmisteverastoja (välivarasto) ovat ne tilat, joissa säilytetään kesken-eräisiä tuotteita. Nämä syntyvät, kun jonkin osan taloudellinen valmistuserä on suurempi kuin kyseisen osan sen hetkinen tarve jatkokokoonpanossa. Välivarastoja aiheutuu myös, kun yrityksellä on paljon erilaisia lopputuotteita, jotka kootaan yhdistelemällä eri tavoin samoja osia. Tällöin varastoinnilla taataan toiminnan jatkuvuus ja taloudellisuus. Tuotannossa syntyy myös niin sanottuja pullonkaulakohtia. Pullon-

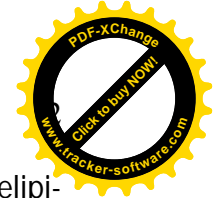
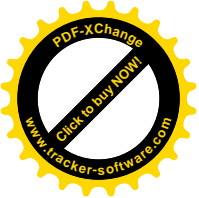


kaulakohdissa toiselta työpisteeltä tulee tuotteita nopeammin kuin mitä siihen saapuu uusia osia. (Karhunen ym. 2008, 302–303.)

Valmisteverasto (lopputuotevarasto) on varasto, jossa yritys säilyttää valmiita tuotteitaan odottamassa asiakkaille lähtemistä. Valmisteverastossa on usein ns. tilaustuotteita sekä varastotuotteita. Tilaustuotteet tarvitsevat vähän varastointiaikaa ja niiden varastonkiertonopeus on korkea. Varastotuotteet sen sijaan odottavat varastossa pitkiäkin aikoja ennen asiakkaille lähtemistään. Teollisuudessa lopputuotteita varastoidaan usein taloudellisista syistä. Tuotantomäärät pitää suhteuttaa asetuskustannuksiin. Asetuskustannukset syntyvät mm. palkka-, materiaali-, ja energiakustannuksista. Asetuskustannuksiksi lasketaan myös se aika, jolloin kone tai tuotantolinja on poissa käytöstä. Tätä aikaa kutsutaan seisokkiajaksi. Seisokkiajan aikana menetetään se tuotto, joka olisi saatu myydessä niitä tuotteita, joita asetusajana olisi voitu valmistaa. Koneiden ja tuotantolinjojen toimiminen mahdollisimman taloudellisesti, on siis tuotettava kerralla enemmän tuotteita kuin mikä niiden menekki on. (Karhunen ym. 2008, 303.)

3.2. Varastoinnin kustannukset

Taloudellisesta näkökulmasta varastointiin liittyy aina riskejä ja se vaikuttaa olennaisesti yrityksen logistisiin kuluihin. Huonosti hoidetut varastot vaikuttavat negatiivisesti sekä yrityksen kykyyn tyydyttää asiakkaita sekä sen tekemään tulokseen suurien varastointikulujen takia. Kuluja syntyy sekä liian pienistä että liian suurista varastoista. Varastojen liiallinen supistaminen voi aiheuttaa raaka-aineiden loppumista kriittisellä hetkellä, jolloin tuotanto pysähtyy. Tällöin tuotteet eivät valmistu ajallaan ja ne toimitetaan asiakkaille myöhässä. Yrityksessä varastot saatetaan kasvattaa suuriksi, jotta toimitusvarmuus pysyy hyvänä, mutta tuotteiden liiallinen varastoiminen lisää kustannuksia sitoutuneen pääoman, käyttöpääoman vaatimusten, vakuutusten, verojen ja mahdollisten tuotteiden vanhentumisten takia. (Bowersox & Closs 1996, 243)



Varastoista aiheutuvien kustannusten jaottelusta on kirjallisuudessa monia mielipiteitä. Professori Thomas W. Speh jakaa artikkelissaan ne neljään ryhmään:

- käsittelykustannukset
- varastokustannukset
- toiminnan hallintakustannukset
- yleiset hallinnolliset kustannukset

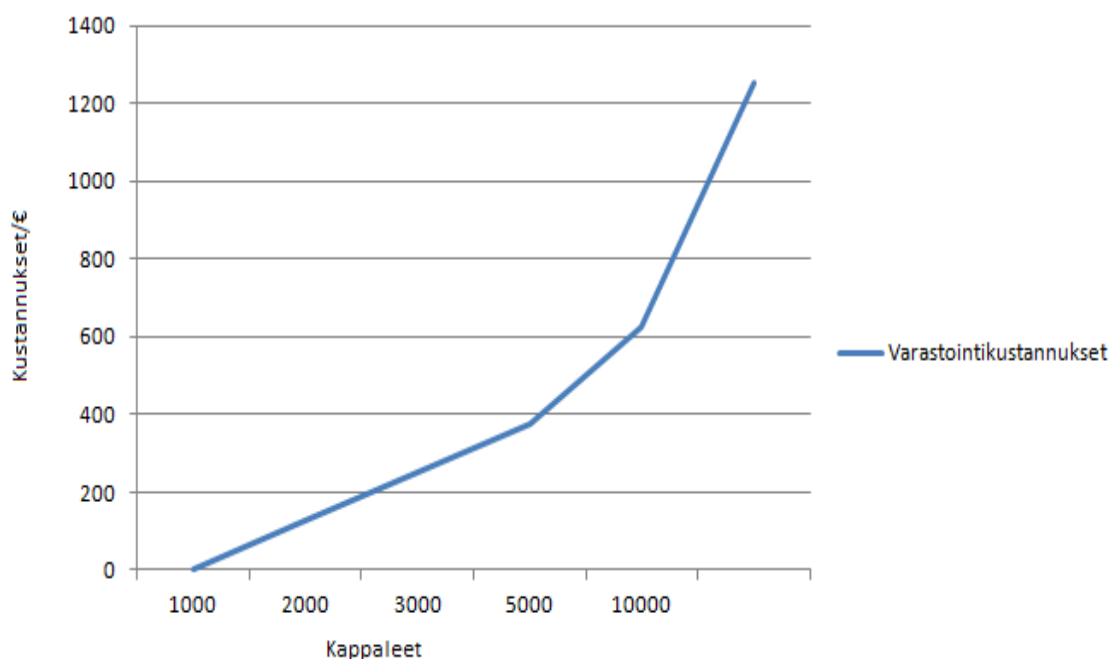
Käsittelykustannuksiin kuuluu kaikki tuotteisiin liittyvä liike, kuten vastaanotto, hyllytys, keräily ja lastaus. Suurin kustannustekijä tässä ryhmässä ovat työntekijät, jotka liikuttelevat tuotteita. Käsittelykustannuksiin lasketaan myös kaikki materiaalinkäsittelyihin ja siirtoihin käytettävät laitteet, kuten trukit ja nostimet sekä näiden huolto- ja polttoainekulut.

Varastokustannukset taasen kertyvät riippumatta tuotteiden liikuttelemisesta. Varastokustannuksiin lasketaan tilan kustannukset, kuten vuokrat, verot, vakuutukset ja rakennuksen kunnossapito. Ympäristön kunnossapito ja parkkipaikat, varaston hyllystöt, lämmitys ja valaistus sekä vartiointi lasketaan myös varastointikustannuksiin.

Toiminnan hallintakustannuksiin voidaan sisällyttää työnjohdon-, toimistotyöntekijöiden palkat. Informaatioteknologialaitteet, ohjelmisto ja kunnossapito ovat myös määritelty tähän ryhmään. Yleisiin hallinnollisiin kustannuksiin on määritelty ylimmän johdon palkat sekä myymisestä ja mainostamisesta aiheutuvat kulut. (Speh 2009, 1-3.)

Spehin jaottelun lisäksi on myös sitoutuneen pääoman kustannukset otettava huomioon laskettaessa varastointikustannuksia. Yritysten vaihto-omaisuuteen on sidottuna pääomaa, joka ei sillä hetkellä tuota mitään, vaan lisää kustannuksia. Yritykset määrittävät itselleen sopivan sitoutuneen pääoman korkoprosentin, jonka avulla lasketaan sitoutuneen pääoman kustannukset. Korkokustannus vaihtelee yrityksestä riippuen 8-20 % välillä.

Kuviossa 5 on esitetty varastointikustannusten kasvu, kun varastomääriä kasvataan. Vertailu on tehty paperiteollisuudesta saatujen arvojen perusteella. Kuvasta huomataan varastointikustannusten jyrkkä kasvu kappalemäärien kasvaessa.



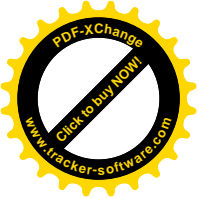
KUVIO 5. Kappalemäärien vaikutus varastointikustannuksiin.

3.3. Varastoinnin tunnuslukuja

3.3.1. Palvelutaso

Palvelutaso on usein sidoksissa varmuusvarastoon, jolloin varmuusvarasto määritellään palvelutason perusteella. Tällä tavoin yhdistetään toimitusajan vaihtelu ja toimituskysynnän vaihtelu. Palvelutason määritellään joko matemaattisin perustein tai kokemukseen perustuvan osaamisen avulla.

Kun varmuusvarasto määritetään matemaattisin perustein, otetaan huomioon kysyntä, toimitusaika ja puutekustannukset. Palvelutason mukaiset varmuusvarastot voidaan laskea esimerkin mukaisesti:



$$SS = \delta \times Z \times \sqrt{L}$$

Jossa,

SS= varmuusvarasto

δ = kysynnän hajonta

Z = varmuuskerroin

L = täydennysaika

Täydennysajalla (hankinta-aika) tarkoitetaan sitä aikaa, joka kestää tuotteen tilauksesta sen saapumiseen omaan varastoon. *Varmuuskerroin* tulee taulukon 1. mukaisesti. Yrityksen päätöksentekijä on määrittänyt yritykselle palveluasteen, joka määrittää siis varmuuskertoimen. *Kysynnän hajonta* lasketaan alla olevan yhtälön mukaisesti. Hajontaan on pienempien otosten osalta suhtauduttava kriittisesti, koska yksittäinen arvo saattaa poiketa muista otoksen arvoista selvästi.

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Jossa,

δ = kysynnän hajonta

x_i = otoksessa tehdyt havainnot

\bar{x} = otoksen keskiarvo

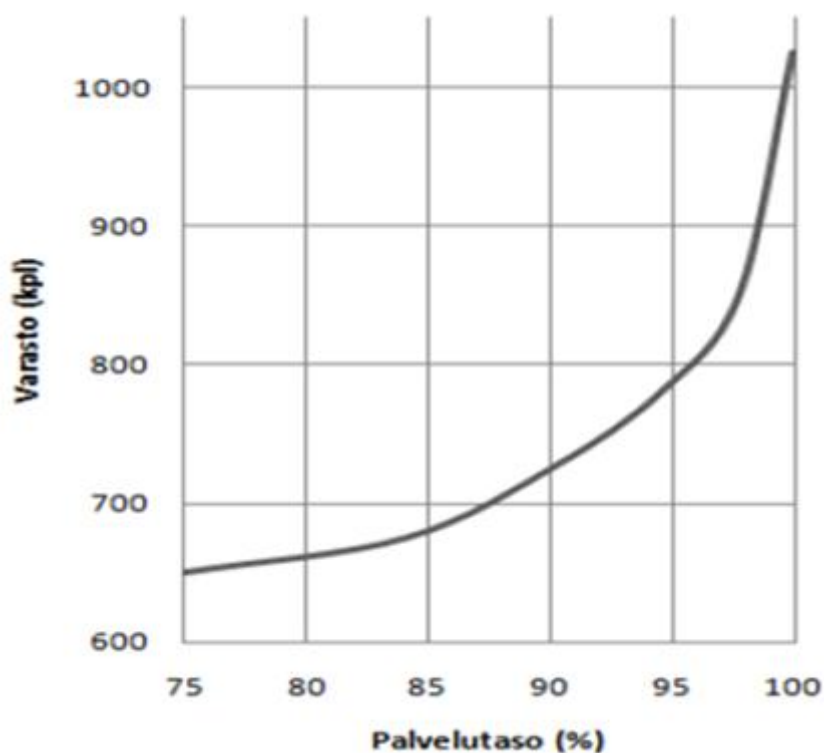
n = otoksen koko

TAULUKKO 1. Varmuuskertoimia.

Palveluaste SL=1-P(s)		Varmuuskertoimia	
F(Z)	Z	F(Z)	Z
50 %	0,00	91 %	1,34
55 %	0,13	92 %	1,41
60 %	0,25	93 %	1,48
65 %	0,39	94 %	1,55
70 %	0,52	95 %	1,64
75 %	0,67	96 %	1,75
76 %	0,71	97 %	1,88
77 %	0,74	98 %	2,05
78 %	0,77	99 %	2,33
79 %	0,81	99,1%	2,37
80 %	0,84	99,2%	2,41
81 %	0,88	99,3%	2,46
82 %	0,92	99,4%	2,51
83 %	0,95	99,5%	2,58
84 %	0,99	99,6%	2,65
85 %	1,04	99,7%	2,75
86 %	1,08	99,8%	2,88
87 %	1,13	99,9%	3,09
88 %	1,17	99,95 %	3,29
89 %	1,23	99,99 %	3,72
90 %	1,28	99,999%	4,27

Varmuusvarastot voidaan määritellä myös kokemuksen mukaiseen arvioon perustuen. Yrityksen varastointiin liittyvän päätäntävällän omaava henkilö tekee arvion kuinka suuri varmuusvaraston tulee olla. Tämä arvio mitataan yleensä viikkokulutuksen mukaisesti. Jos päätöksentekijä arvioi, että yritykselle riittää kahden viikon varmuusvarasto ja viikkokulutus on tietyn tuotteen osalta 20 kappaletta, on varmuusvaraston koko tällöin 40 kappaletta. (Esa 2009, 17-20, 114.)

Asiakkaiden kysyntä pyritään tyydyttämään aina 100-prosenttisesti. Alle 100 prosentin palvelutaso tarkoittaa puutteita varastossa ja asiakaspalvelussa. Varmuusvaraston tasoja nostamalla pystytään nostamaan myös palvelutasoa. Käytännössä 100 prosentin palvelutasoon pyrkiminen ei ole kuitenkaan taloudellisesti järkevää. Yleensä palvelutaso onkin määritetty 90-98 % välille. Kuten kuviossa 6 on esitetty, joudutaan 100 prosentin palvelutasoa lähestyttäessä nostamaan varmuusvarastomääriä ja näin ollen kustannuksia suhteettoman paljon hyötyyn nähden. (Esa 2009, 18.)

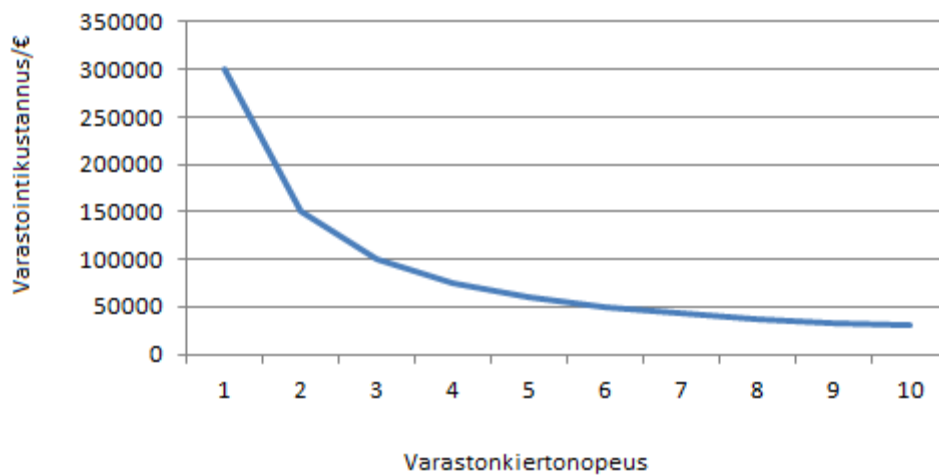


KUVIO 6. Palvelutason vaikutus varastomääriin. (Stock & Lambert 2001, 253)

3.3.2. Varaston kiertonopeus

Kirjallisuudessa puhuttaessa varaston tärkeimmistä tunnusluvuista on aina mainittu varaston kiertonopeus. Kiertonopeuden avulla seurataan varastoon ja sen eri nimikkeisiin ja nimikeryhmiin sitoutunutta pääomaa. Se lasketaan aina tietyn ajanjakson mukaan, yleensä vuoden. Kuitenkin, jos varaston kiertonopeudet vaihtelevat paljon vuoden aikana, on järkevää käyttää laskelmissa lyhyempää aikaväliä esimerkiksi kuukautta. Näin ollen on helpompi pysyä tilanteen tasalla. (Suomen kuljetusopas)

Varaston kiertonopeutta pyritään kasvattamaan jatkuvasti. Kiertonopeutta nostamalla pystytään parantamaan kannattavuutta (ks. kuvio 7). Mitä suurempi kiertonopeus on, sitä vähemmän yrityksellä on sitoutunutta pääomaa varaston läpimenon suhteen. (Suomen kuljetusopas.)



KUVIO 7. Varastointikustannusten muutos kiertonopeuden kasvaessa.

Varaston kiertonopeus lasketaan suhteuttamalla varaston arvo tavaroiden kulutuksen arvoon tietyn ajanjakson aikana. Se voidaan laskea myös muiden yksiköiden, kuten kappaleiden avulla, kunhan laskentaperusteet kaavassa ovat yhteneväiset. (Sakki 2009, 75.)

Varaston kiertonopeus = vuoden kulutuksen arvo / varastojen (keski)arvo

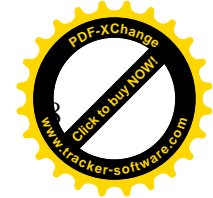
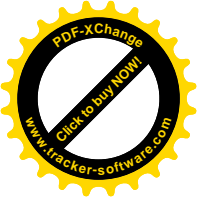
Kiertonopeus nimikkeelle = nimikkeen vuosimyynti / nimikkeen keskivaraston arvo

(Sakki 2009, 75.)

3.3.3. Varaston kiertoaika

Varaston kiertoajalla tarkoitetaan varaston riittoa päivissä, kun keskimääräinen myynti tai kulutus toteutuu. Se on tunnuslukuna varaston kiertonopeuden kaltainen, mutta käytetään yleisimmin silloin, kun varaston kierto on huono ja tavara ei liiku. Tästä johtuen sitä kutsutaan myös pysähdysajaksi.

Varaston riitto = $365 / \text{varaston kiertonopeus}$



(Sakki 2009, 76–77)

Karrus selvittää kirjassaan sen tarkoittavan myös pääoman keskimääräisen sitoutumisen vaihto-omaisuuteen yleensä päivissä mitattuna. (Karrus 2001, 409)

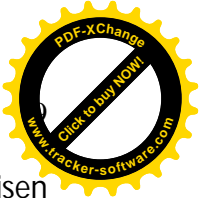
Sitoutuneeseen pääomaan vaikuttaa siis kiertonopeus tai kiertoaika. Kaksi muuta tekijää ovat itse ostettaessa saatu maksuaika ja asiakkaalle annettu maksuaika. Seuraavassa on esimerkki sitoutuvan pääoman laskentatavasta:

Maksuehto tavarantoimittajalta:	14 pv netto
Tavaraerän arvo:	10 000 €
Varaston kiertonopeus:	3
Maksuehto myynnissä:	21 pv netto
Pääoman korko:	15 % (vaihtelee yrityksittäin)

Esitettyssä kaavassa kiertonopeus on muutettu kiertoajaksi, joka on siis $365/3=122$ (päivää). Esimerkitapauksessa maksuehdoksi tavaran toimittajalta on saatu 14 päivää ja maksuehdoksi myynnissä on annettu 21 päivää, jolloin pääomaa sitoutuu 7 päivää kiertoajan lisäksi. Tällöin siis 10 000 € sitoutuu varastoon $122 + 7=129$ päiväksi. Tällöin pääomakustannus on: $129 / 365 \times 10\,000 \times 0,15$ (korko) = 530 € (Tarvainen 2003, 4.2.2.)

3.3.4. ABC-analyysi

ABC-analyysi on työkalu, jota käytetään teollisuudessa tavaroiden tai toimintojen luokitteluun niiden suhteellisen tärkeyden perusteella. ABC-analyysin logiikka on se, että jotkin tuotteet ja asiakkaat ovat yritykselle tärkeämpiä kuin toiset. Luokittelua voidaan tehdä esimerkiksi tuottavuudesta, myyntituloista, segmenttien kasvusta, tuotteiden volyymistä tai muista tärkeistä tunnusluvuista. Esimerkiksi eniten tuottavan asiakas-tuoteyhdistelmän tulisi saada eniten huomiota ja sen johdosta korkeampi palvelutaso. (Lambert, Stock & Elram 1998, 54)

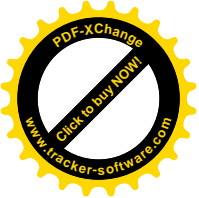


ABC-analyysissä A-ryhmä ilmaisee tärkeintä ryhmää. Esimerkiksi kappalemääräisen volyymin mukaisesti tehdyssä analyysissä A-ryhmä muodostaa suurimman osan kokonaisvolyymistä, vaikka siihen kuuluvien nimikkeiden ja toimittajien määrä on pieni. B ja C-ryhmien kokonaisvolyymi ei näin ollen ole niin suuri, mutta niihin kuuluvien nimikkeiden ja toimittajien määrä on suurempi. Jos nimikkeitä on paljon, voi ABC-analyysissä olla enemmänkin kuin kolme luokkaa.

ABC-analyysi ja niin sanottu Pareton laki käyttävät samaa ideaa. Kyseisiä havaintoja saaduista tuloksista ovat:

- 20 % hankituista nimikkeistä muodostaa 80 % hankintojen arvosta
- 20 % toimittajista muodostaa 80 % hankintojen arvosta
- 20 % nimikkeistä muodostaa 80 % varaston arvosta

(Hankintatoimen kehittäminen, ABC-analyysi.)



4. Optimaalisen valmistuseräköön määrittäminen

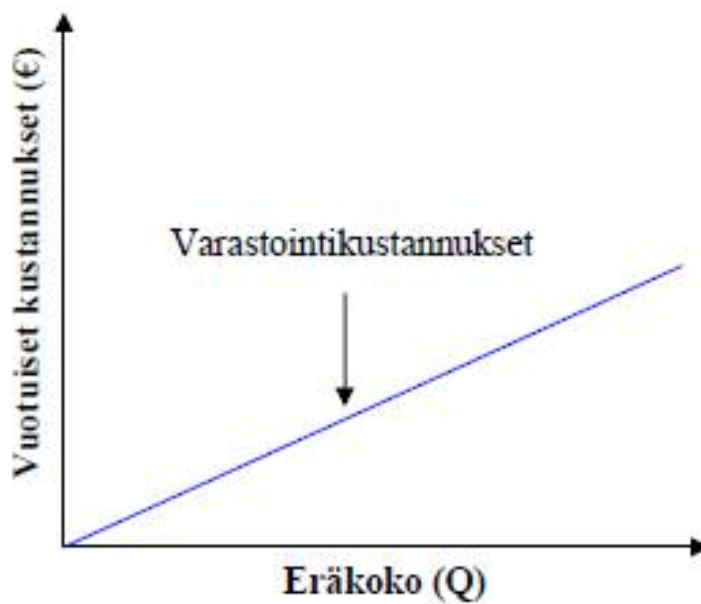
Tehtaiden johtajien täytyy kestää ristiriitaisia paineita pitääkseen tuotteiden tasot tarpeeksi matalalla välttääkseen liiallista sitoutuneen pääoman kustannusta ja tarpeeksi korkealla vähentääkseen tilaus-, valmistus-, ja toimitusvirhekustannuksia. Tuotteiden varastotasot ja valmistuskustannukset pystytään pitämään oikeissa määrissä, kun löydetään optimaalisen tai toisin sanoen taloudellisen valmistuserän koko. (Krajewski, Ritzman & Malhotra 2007, 470.)

4.1. Economic order quantity (EOQ)

Teollisuudessa taloudellisen eräköön määrittämiseen käytetään yleisesti Economic order quantity (EOQ)- kaavaa. Kaavan avulla voidaan laskea yritykselle kannattava valmistuseräkoko. Jotta kaava toimii optimaalisesti, täytyy yrityksen pystyä tekemään seuraavia yleistyksiä:

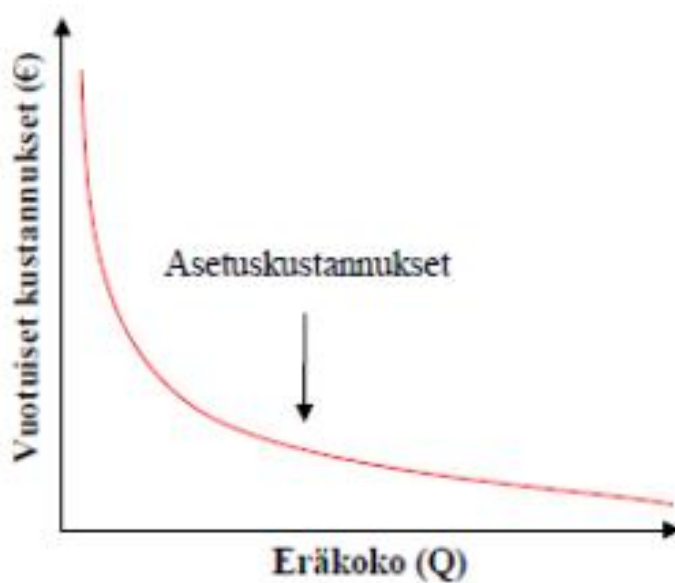
1. Tuotteen kysyntä on tasaista ja tiedossa.
2. Eräköön määrittämisessä ei saa esiintyä rajoitteita.
3. Asiakkaille ei anneta paljous alennuksia.
4. Läpimenoaika on vakio.
5. Ainoat kaksi tärkeää kustannusta ovat varastointikustannukset ja asetuskustannukset.

Taloudellista eräkokoa määrittäessä tulee tietää siihen liittyvät kustannukset. Economic order quantity- kaavaa käytettäessä tarvitaan varastointikustannukset ja asetuskustannukset. Kiinteitä varastointikustannuksia syntyy aina riippumatta tuotannosta. Niitä ovat sähkömaksut, vakuutukset, tilakustannukset ym. Kun tuotteita valmistetaan, syntyy muuttuvia varastointikustannuksia. Muuttuvia kustannuksia ovat muun muassa raaka-aine kustannukset ja tehtaan työntekijöiden palkat. Ne kasvavat lineaarisesti tuotteen eräköön kasvaessa, kuten kuviosta 8 voidaan todeta. X-akselilla on tuotteen eräkokoa ja Y-akselilla on tuotteen vuotuiset kustannukset.



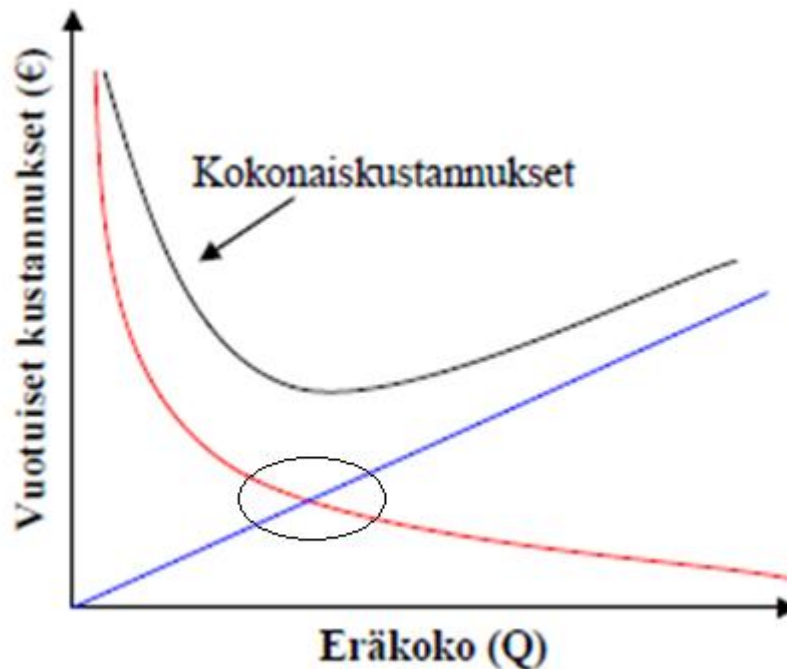
KUVIO 8. Vuotuiset varastointikustannukset.

Tuotteiden asetuskustannuksiin kuuluvat työntekijöistä aiheutuvat kulut, kun koneelle vaihdetaan tuotetta, sekä tuotteen asetusajakustannukset. Asetusaikakustannukset ovat toisin sanoen seisokkiaikakustannus, joka syntyy koneen ollessa paikallaan. Lisäksi jokaisen asetuksen jälkeen tulee koneelta yleensä x määrä virheellisiä tuotteita. Tämä on myös otettava laskelmissa huomioon.



KUVIO 9. Vuotuiset asetuskustannukset.

Kuviossa 9 on esitetty asetuskustannusten suhde eräkokoon. Y- akselilla on vuotuiset kustannukset ja x-akselilla on erä koko. Mitä suuremmaksi erä koko kasvatetaan sitä pienemmät ovat asetuskustannukset.



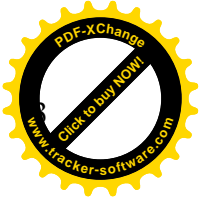
KUVIO 10. Vuotuiset kokonaiskustannukset.

Kuviossa 10 on esitetty vuotuisten asetuskustannusten ja varastointikustannusten summa eli kokonaiskustannukset yksikköä kohti. Kuvan kohdassa, jossa asetuskustannukset ja varastointikustannukset kohtaavat, on pienin kokonaiskustannusten kohta. Tämä kohta on taloudellisen eräkoon kohta eli economic order quantity (EOQ).

(Krajewski ym. 2007. 464, 470-471.)

4.2. Economic Order Quantity- kaava käytännössä

EOQ- kaava antaa laskennassa käytännössä aina likiarvon, koska kaavassa käytettävä menekki ja kustannukset on lähes aina joko arvioita tai keskiarvoja. EOQ- yhtälö on seuraavanlainen:



$$EOQ: \sqrt{\frac{2 \times D \times TK}{VK}}$$

Jossa:

D = Vuosimenekki/kpl

TK = Asetuskustannus/€

VK = Tuotteen varastointikustannus vuodessa/€

(Sakki 2009, 116.)

Laskuesimerkki:

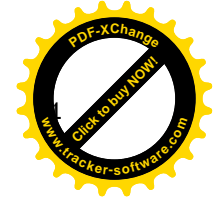
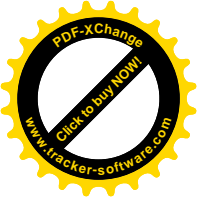
Vuosimenekki	10000 kpl
yksikön hinta	0,50 €
Yksikön varastointikustannus	25% yksikön arvosta
Asetuskustannus	
- asetus aika	2 h
- koneen seisokkikustannus	40 €/h
- Palkkakustannus	15 €/h
- Aloituksen laatuvirheet	50 yksikköä

Asetuskustannukset ovat $((40+15) \times 2) + (50 \times 0,50) = 135$ €. Yksikön varastointikustannukset ovat $0,50 \times 25\% = 0,125$ €/vuosi.

Esimerkitapauksessa taloudellinen erä koko olisi tällöin:

$$\sqrt{\frac{2 \times 10000 \times 135}{0,125}} = 4648 \text{ kpl}$$

Tuloksen saatua pystytään laskemaan myös ajettavien erien määrä sekä tuotteiden riitto päivissä kyseisellä valmistusmäärällä. Tässä tapauksessa riitto olisi 170 päivää ja valmistusmäärä tulisi ajaa 2,2 kertaa vuoden aikana.



5. Kohdeyritys

5.1. Yritysesittely

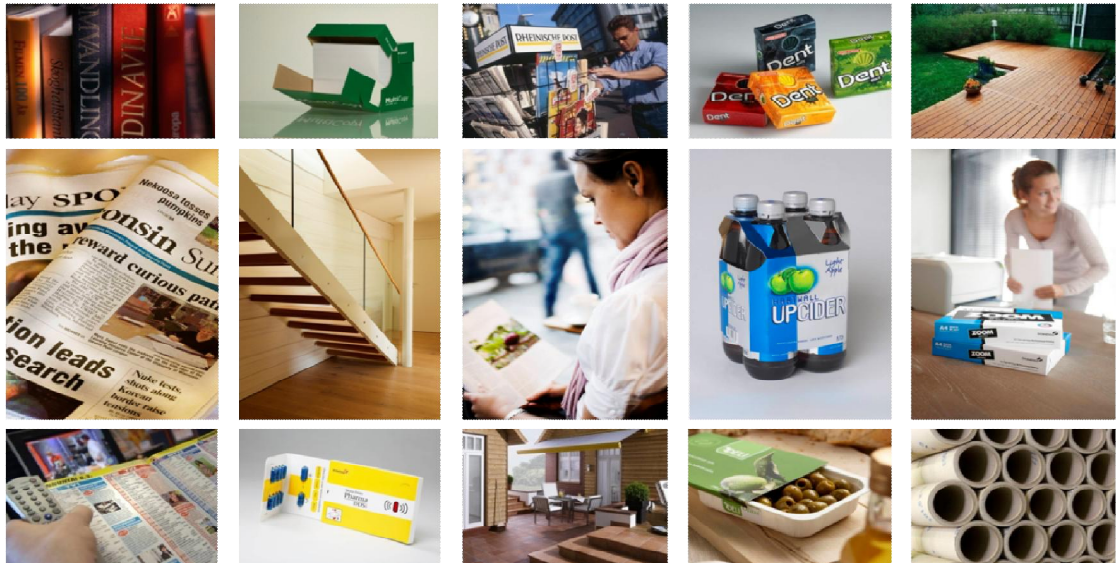
Stora Enso on metsäteollisuuden alalla toimiva yritys, jonka liiketoiminta osa-alueet ovat painopaperi, hienopaperi, kuluttaja- ja teollisuuspakkaukset sekä puutuotteet. Stora Enson liikevaihto vuonna 2010 oli 10,3 miljardia euroa. Stora Ensolla on työntekijöitä noin 26 000 yli 35 eri maassa.

(Stora Enso, key facts.)

Stora Enso Oy:n pakkauskartongeista valmistettavat pakkaukset on keskitetty Stora Enso Packaging Oy:lle. Stora Enso Packaging Oy syntyi vuonna 1994, kun Enso-Gutzeit Oy:n ja Tampella Oy:n pakkausliiketoiminnot yhdistyivät. Stora Enso Packaging Oy:ksi se muuttui 2000-luvun alussa. Tätä ennen yritys toimi nimellä Pakenso.

Stora Enso Packaging Finland Oy:ksi kutsutaan konsernia, joka käsittää Suomessa olevat tehtaat. Sillä on tehtaita Lahdessa, Heinolassa, Ruovedellä sekä Kristiinankaupungissa oleva arkkijalostamo. Lahdessa ja Heinolassa tehdään aaltopahvipakkauksia ja Ruovedellä offset—painettuja aaltopahvipakkauksia. Ulkomailla tehtaita on Latviassa, Liettuassa, Puolassa, Ruotsissa, Unkarissa, Venäjällä, Virossa ja Kiinassa. Tämä työ koskee ainoastaan Stora Enso Packaging Finland Oy:tä. Stora Enso Packaging Oy:n tuotteet ovat kuljetus- ja kuluttajapakkaukset, yksipuolinen aaltopahvi sekä ryhmä- ja hyllyvalmiit pakkaukset. Tuotteiden lisäksi Stora Enso Packaging Oy tarjoaa myös palveluita, joita ovat muun muassa pakkausten suunnittelu ja pakkausautomaatiojärjestelmien toimitukset asiakkaille.

(Stora Enso Packaging Oy 2010, 2-3, 11, 16-17)



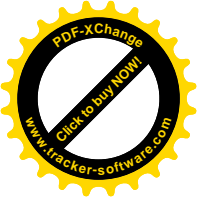
KUVIO 11. Tuotekuva

5.2. Varastointi

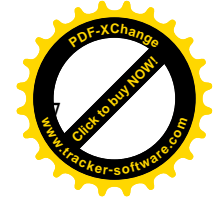
Stora Enso Packaging Finland Oy:llä valmiit tuotteet jaotellaan kahteen eri kategori-
aan, tilaustuotteisiin ja varastotuotteisiin.

Tilaustuotteita ei varastoida ja ne lähtevät keskimäärin kahden päivän kuluessa va-
rastoon saapumisestaan. Tilaustuotteet ovat valmistettu asiakkaan tilauksen mukaan
ja toimituspäivä on sovittu etukäteen. Tässä työssä ei ole huomioitu tilaustuotteita,
koska tilaustuotteiden kiertonopeus on korkea ja ne eivät ole ongelma Stora Enso
Packaging Finland Oy:llä.

Varastotuotteita on kolmea eri tyyppiä, yksilöllisiä ja yleisiä varastotuotteita sekä
kaupintavarastotyylliset tuotteet. Yksilölliset varastotuotteet ovat useimmiten suuri
volyymisille asiakkaille, joille on myyntineuvottelutilanteessa luvattu tehdä varastoon
suurempi määrä tuotteita, jotta saatavuus asiakkaalle olisi taattu. Ne toimitetaan
asiakkaan haluamana määränä ja aikana. Yleiset varastotuotteet ovat vakiotuotteita,
joita voi kuka tahansa varastosta tilata. Näitä tuotteita on varastossa keskimäärin
neljän viikon menekki. Kolmas varastoitava tyyppi on kaupintavarastotuotteet. Suu-
rin osa kaupintavarastotuotteista lähtee koko valmistuserän valmistuttua suoraan
asiakkaan tiloihin varastoitaviksi. Niitä varastoidaan siellä kuitenkin Stora Enso



Packaging Finland Oy:n laskuun aina siihen asti, kunnes asiakas ottaa tuotteen käyttöön. Asiakas voi käyttää halutessaan tuotteesta vain osan. Osa kaupintavarastotyylin asiakkaiden tuotteista varastoidaan kuitenkin ensin jonkin aikaa Stora Enso Packaging Finland Oy:n varastossa ennen lähtöään asiakkaan tiloihin. Näitä asiakkaita on 3-5 ja ne ovat kohtuullisen suuria asiakkaita.



6. Nykytila-analyysit

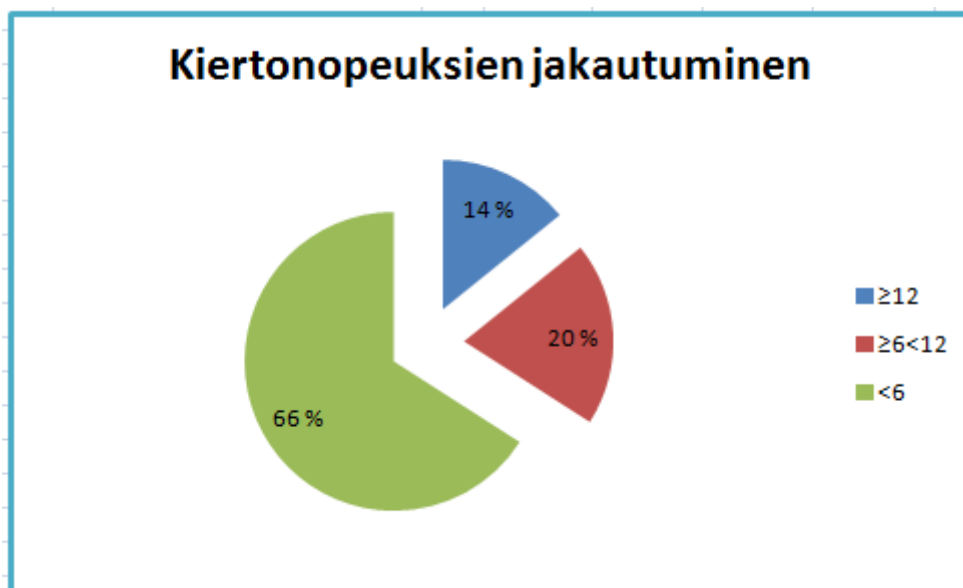
6.1. Varaston kiertonopeus

Ensimmäinen osa kolmesta työssä tutkittavasta asiasta oli varastotuotteiden kiertonopeudet. Kiertonopeuksien avulla nähdään mitkä tuotteet eivät liiku varastosta asiakkaalle halutulla nopeudella. Nämä tuotteet aiheuttavat suuren osan varaston kustannuksista. Varaston kiertonopeuden avulla pystytään selvittämään myös tuotteiden sitomat pääomakustannukset.

Stora Enso Packaging Oy:n varastossa on huomattu tavarantoimituksen odottavan pitkiäkin aikoja ja tilojen täyttyvän yli kapasiteetin. Aikaisempia tutkimuksia tai seurantaan tuotteiden kiertonopeuksista ei ole kuitenkaan tehty, joten kiertonopeuksien selvittäminen alkoi lähes nollatilanteesta. Tutkimus aloitettiin keräämällä dataa tietojärjestelmistä ja yhdistelemällä ne Exceliin yhdeksi kokonaisuudeksi. Kaikista tuotteista ei ollut tarvittavia tietoja saatavilla ja joistakin tuotteista saatiin eri tiedot kuin toisista. Tästä johtuen kiertonopeuden laskemiseen käytettiin kahta erilaista tyyliä riippuen siitä, mitä tietoja tuotteesta oli saatavilla. Noin 2/3 varastotuotteista saatiin laskettua jompikumpi kiertonopeuksista. Kiertonopeus yksi, oli varaston minimin ja maksimin keskiarvon suhde vuoden 2010 myytyihin kappaleisiin. Kaikille tuotteille ei ollut määritetty minimi- tai maksimiarvoa, joten niille tuotteille laskettiin kiertonopeus kaksi, joka saadaan jakamalla tuotantoerä myydyillä kappaleilla. Tuloksia analysoimalla huomattiin laskutapojen antavan tarpeeksi samankaltaiset tulokset, joten niitä voidaan vertailla keskenään. Kiertonopeuden laskukaava on esitelty aiemmin työn teoriaosuudessa.

Laskelmien jälkeen tulokset jaoteltiin erilaisiin ryhmiin niiden analysoimiseksi. Tulokset saatiin erittäin vaihtelevia kiertonopeuksia. Kiertonopeudet vaihtelivat hyvistä (<30) todella huonoihin, jopa 0,30. 0,30 kiertonopeudella oleva tuote seisoo varastossa jopa 3 vuotta! 27 %:lla tuotteista kiertonopeus on alle kaksi. Tulokset jaoteltiin muun muassa asiakkaittain, jolloin huomattiin tiettyjen asiakkaiden ostamien tuotteiden kiertävän järjestelmällisesti erittäin hitaasti. Varsinkin niiden asiakkaiden

tuotteet, jotka käyttävät kaupintavarastomenetelmää, kiertävät todella hitaasti. Kuviossa 12 kaikki varastotuotteet ovat jaettu kolmeen eri ryhmään kiertonopeuksien mukaisesti. Vihreään väriin kuuluvat kaikki tuotteet, joiden kiertonopeus on alle kuusi, punaiseen on jaettu kaikki, joiden kiertonopeuden arvo on kuudesta kahteentoista. Siniseen lohkoon kuuluu kaikki tuotteet yli kahdentoista kiertonopeudella.



KUVIO 12. Kiertonopeuksien prosentuaalinen jakautuminen.

6.2. Sitoutunut pääoma ja ABC-analyysit

Työn toisena tehtävänä oli selvittää varaston kustannukset sitoutuneen pääoman muodossa sekä tehdä ABC-analyysijä erilaisten tunnuslukujen perusteella. Sitoutuneen pääoman kustannuksilla voidaan todistaa varaston kiertonopeuden sekä oikean kokoisten valmistuserien tärkeys varastokustannuksia huomioitaessa. ABC-analyysit ovat työkaluja, joilla voidaan osoittaa tuotteiden tai asiakkaiden tärkeysjärjestys yritykselle erilaisten tunnuslukujen mukaisesti.

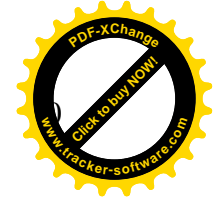
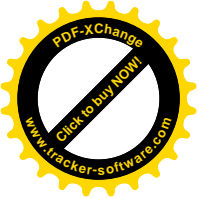
Kuten aiemmin teoriassa kerrottiin, saadaan sitoutuneen pääoman kustannus, kun tiedetään kiertoaika, tavaraerän arvo ja sitoutuneen pääoman korkoprosentti. Kiertoaika saadaan muuttamalla kiertonopeus päiviksi. Kiertonopeudet tuotteille oli las-



kettu jo aiemmin. Tavaraerän arvo laskettiin kertomalla tuotteen ostohinta keskimääräisellä varastoarvolla. Kiertonopeutta laskiessa käytettiin samaa varastonarvoa. Sitoutuneen pääoman korkoprosenttina käytettiin yrityksen itselleen määrittämää arvoa.

Tuloksista huomattiin, että tuotteisiin sitoutuneen pääomankustannuksen määrä vaihtelee paljon. Varastossa on tuotteita, joihin on sitoutunut suuriakin määriä rahaa. Kun analysoidaan niitä tuotteita, joihin sitoutuu suurimmat määrät rahaa, huomataan niitä yhdistävän kaksi tekijää. Ensimmäinen tekijä on huono kiertonopeus, jonka oletettiin aiheuttavan kustannuksia. Toinen tekijä liittyy tuotteiden varastomääriin. Suurimmat kustannukset aiheuttavien tuotteiden keskivarastomäärät ovat suuremmat kuin koko vuoden myynti. Eli toisin sanoen tuotteita valmistetaan kerralla enemmän kuin koko vuonna tullaan myymään. Tällä tavoin valmistettuna tuotannon valmistuskustannukset pysyvät matalina ja tuotetta voidaan myydä halvemmalla, mutta jos varastointikustannukset jätetään huomioimatta, saatu kokonaiskustannus ei ole todellinen.

ABC-analyysijä käytettiin apuvälineenä tuotteiden tarkempaa analysointia varten. Tuotteiden volyymien mukaan tehtyä analyysiä voidaan käyttää myös varaston järjestelyyn. A-tuotteet kannattaa sijoitella helppoihin paikkoihin ja mahdollisimman lähelle lastauslaitureita. Pieni volyyमित tuotteet eli C-tuotteet voidaan sijoittaa huonommille varastopaikoille. Sitoutuneen pääomankustannusten mukaisesti tehty analyysi osoittaa, että vain 15 % tuotteista sitoo yli 70 % kustannuksista. Näiden tuotteiden kiertonopeuksien keskiarvo on vain 1,02. Kyseisiin tuotteisiin kannattaa siis kiinnittää erityistä huomiota.



7. Ratkaisuehdotukset

Kerätyn datan ja laskettujen varaston tunnuslukujen perusteella voidaan tehdä johtopäätöksiä Stora Enso Packaging Finland Oy:n varaston muutostarpeista. Varaston ongelmat ovat siis tuotteiden huonot kiertonopeudet, jotka aiheuttavat suuria sitoutuneen pääoman kustannuksia. Ongelmien analysoitiin johtuvan liian suurista valmistuseristä sekä hälytysrajojen korkeista arvoista. Tästä johtuen tuotteita joudutaan varastoimaan pitkiäkin aikoja valmistuksen jälkeen ja uuden erän valmistus varastoon tapahtuu liian aikaisin sen menekkiin nähden. Yhtenä ongelmana mainittakoon myös varaston tilanpuute sesonkiaikoina.

Ensimmäisenä kyseenalaistaisin valmistuserien koot ja käyttäisin hyväkseni aikaisemmin teoriaosuudessa esiteltyä EOQ-kaavaa. Kaavan avulla tuotteille voidaan laskea vaihtoehtoiset valmistuserät. Kehitin tätä varten avuksi yksinkertaisen Excel-tilukon (ks. kuvio 13.), johon sijoitetaan EOQ-kaavaan tarvittavat arvot. Taulukossa on eriteltynä varastointikustannukset ja asetuskustannukset, jotka molemmat vaikuttavat tuotteen kokonaiskustannuksiin ja sitä kautta valmistuserän kokoon. Vastaukseksi saadaan valmistuserän koko eli EOQ (Economic Order Quantity), ajettavien sarjojen määrä sekä tuotteiden riitto. Ajettavien sarjojen määrä saadaan suhteuttamalla valmistuseräkoko koko vuoden kysyntään. Taulukko laskee myös kyseisen valmistuseräkoon aiheuttamat varastointi- ja asetuskustannukset.

Annettavat arvot

Tuotteiden arvot ja kustannukset

Kysyntä	10000	Yksikkö/vuosi
Yksikön hinta	0,5	€
Yksikön varastointikustannus	25 %	yksikön arvosta/ vuosi
Varastointikustannus	0,125	€

Koneiden asetuskustannukset

Asetusaika	0,7	tuntia
Koneen seisokkikustannus/tunti	20	€/tunti
Palkkakustannus/tunti	15	€/tunti
Aloituksen laatuvirheet	50	Yksikköä
Asetuskustannus	49,5	€

Tulokset

Valmistukseen liittyvät arvot

EOQ	2814	yksikköä
Ajettavat erät	3,6	kpl
Tuotteiden riitto	103	Päivää

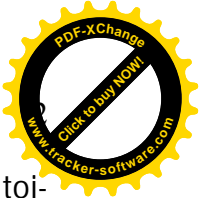
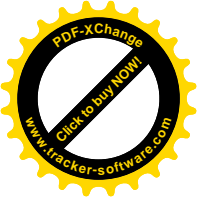
Kustannukset

Asetuskustannukset	175,9	€/vuosi
Varastointikustannukset	351,8	€/vuosi
Kokonaiskustannukset	527,7	€/vuosi

KUVIO 13. EOQ-laskentataulukko.

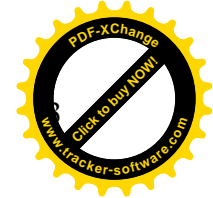
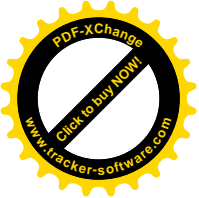
Jotta valmistuksen eräkokoja voitaisiin pienentää, pitäisi koneiden asetusajoja pysyä lyhentämään. Asetusaikoja voidaan lyhentää muuttamalla sisäinen asetus aika ulkoiseksi. Kun tuotevaihtoa valmistellaan suorittamalla osa asetusten toimenpiteistä koneen yhä käydessä puuttumatta koneen toimintaan, puhutaan ulkoisesta asetusajasta. Tällä tavoin pyritään ja pystytään minimoimaan koneen seisokkiaika. Vaihdoaikojen lyhentyessä asetuskustannukset pienenevät ja sillä on positiivinen vaikutus tuotannon kokonaiskustannuksiin. Tällöin voidaan valmistaa pienempiä valmistuseriä, jolloin myös läpimenoaika ja varastointikustannukset pienenevät. (Haverila ym. 2005, 406.)

Toinen ratkaisuehdotukseni liittyy niin sanotun varmuusvaraston kokoon. Stora Enso Packaging Finland Oy:llä ei pidetä varsinaista varmuusvarastoa, mutta hälytysrajamääritelmät eli tuotteen minimimäärät ovat määritetty. Tuotteen minimimäärä voidaan ilmaista myös nimellä varmuusvarasto. Tuotteen määrän mennessä hälytysrajan tasolle, valmistetaan tuotetta uusi erä varastoon. Kerättyä dataa analysoitiin ja huomattiin suurimmalla osalla tuotteista hälytysrajojen olevan suhteettoman korkeat. Useissa tapauksissa tuotteiden minimivarastomääräksi merkattu lukema oli suurempi, yhtä suuri tai vain vähän pienempi kuin koko vuoden myynti. Varastotuotteille



tulisi näin ollen määrittää uudet hälytysrajat. Stora Enso Packaging Finland Oy:n toimitusaika asiakkaan tilauksesta perille on noin 2-3 viikkoa. Uusien hälytysrajojen määrittämisessä kannattaisikin lähtökohtana pitää toimitusajan aikaista kulutusta. Toimitusajan aikainen kulutus saadaan esimerkiksi jakamalla koko vuoden kulutus kuukausilla eli 12 ja kertomalla se toimitusajalla, joka on muutettu kuukaussiksi. Tällä tavoin pystyttäisiin pienentämään varastomääriä, varastointikustannuksia sekä ratkaisemaan sesonkiaikaan liittyvää tilapulaa.

Lisäehdotuksina kiinnittäisin erityishuomiota kaupintavarastomenetelmää käyttäviin asiakkaisiin sekä niihin asiakkaisiin, joiden tavaroita joudutaan varastoimaan kohtuuttomia aikoja. Kaupintavarastotyylin asiakkaiden volyymit ovat suuret, mutta kiertonopeudet hitaat. Näin ollen nämä asiakkaat aiheuttavat suuria kustannuksia sitoutuneen pääoman muodossa. Yksi ratkaisu olisi uusia sopimukset kyseisten asiakkaiden kanssa. Sopimuksissa sovittaisiin maksimi varastointi aika (esimerkiksi 3 kuukautta), jonka jälkeen asiakkaan olisi otettava tuote omiin tiloihin. Kaupintavarastomenetelmää käyttävillä asiakkailla, tuotteen omistus siirtyisi 3 kuukauden jälkeen heidän omistukseensa. Näin varastonkiertonopeutta voitaisiin kasvattaa eikä tuotteita varastoitaisi asiakkaan puolesta liian pitkiä aikoja.



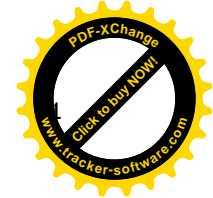
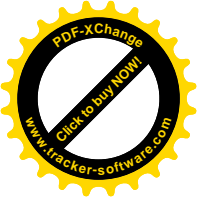
8. Pohdinta

Tämän opinnäytetyön tavoitteet olivat aloitettaessa erilaiset, kuin mihin lopulta päädyttiin. Joistakin tavoitteista jouduttiin luopumaan ja joitakin jouduttiin soveltamaan. Oli odotettavissakin, että isolle monikansalliselle yritykselle koulutyön tekeminen ja kaikkien tuotannon ja taloudellisten tietojen saaminen tulisi olemaan haastavaa. Tietoja saatiin kuitenkin riittävä määrä, jotta oli mahdollista tehdä kattava opinnäytetyö.

Työ aloitettiin keräämällä tarvittavat tiedot varastotuotteista. Tietojärjestelmistä saadut tiedot tulivat eri henkilöiltä ja kokosin ne yhteenvedoksi yhteen Excel-taulukkoon. Pelkästään tietojen kasaaminen yhteen oli haastavaa. Tietojen yhteenvedon jälkeen aloitettiin tulosten analysointi ja tarvittavien tunnuslukujen laskeminen. Kiertonopeuden laskemiseen jouduttiin käyttämään kahta eri tekniikkaa, mutta tulokset ovat vertailukelpoisia. Sitoutuneen pääoman kustannukset saatiin selville, kun kiertonopeudet oli laskettu. ABC-analyysit tehtiin tuotteiden volyyymiin ja sitoutuneeseen pääomakustannuksiin perustuen. Varaston uudelleen järjestelyä voidaan suorittaa volyymiperusteisen analyysin pohjalta.

Opinnäytetyötä tehdessä tein havaintoja myös yrityksen eri osastojen välisestä yhteistyöstä. Myynnin, tuotannon ja varastoinnin välinen läpinäkyvyys on mielestäni riittämätöntä. Mikään näistä organisaatioista ei pysty toimimaan parhaalla kapasiteetillä, jos ne toimivat erillisinä toimintoina. Muutoksen suunnan tulisi olla kohti yhteistä prosessinomaista toimintaa, jossa vastuuta delegoidaan muille organisaatioille sekä jokaisen organisaation luvut ovat kaikkien käytössä. Tällöin yhteistyö lisääntyy ja jokaisen organisaation ammattitaito käytetään maksimaalisesti hyväksi. Lopputuloksena saadaan sujuva ja optimoitu järjestelmä myynnistä ja markkinoinnista alkaen lopputuotteen varastointiin asti.

Vaikka tavoitteet muuttuivatkin työn edetessä, sain mielestäni yritykselle hyödyllisiä tuloksia aikaiseksi. Työn lopulliset tavoitteet oli perustella varaston tunnuslukujen avulla sen ongelmat ja kustannukset. Lisäksi piti kehittää työkalu, jolla voidaan tehdä valmistuseräkokojen uudelleen analysointia. Tavoitteet täytettiin mielestäni hyvin.



LÄHTEET

Bowersox, Donald J. & Closs, David J. 1996. Logistical management, the integrated supply chain process. Singapore: McGraw-Hill

Esa, Antti. 2009. Elinkaaripohjaiseen abc-analyysiin perustuva päätöksenteontukijärjestelmä. Diplomityö. TKK.

Hankintatoimen kehittäminen, ABC-analyysi. Viitattu 7.10.2011.
http://www.hankintatoimi.fi/prosessit_ja_tyokalut/strateginen_hankinta/hankintatoimen_tyokaluja/abc_analyysi.html

Haverila, Matti J. ym. 2005. Teollisuustalous. Tampere: Infacs Oy.

Karhunen, J., Pouri, R. & Santala, J. 2008. Kuljetukset ja varastointi – järjestelmä, kalusto ja toimintaperiaatteet. Toinen painos. Helsinki: Saarijärven Offset Oy. 23, 28–29, 302–303.

Koulutus.fi: Logistiikka, kuljetus ja varastointi. Viitattu 20.9.2011.
<http://www.koulutus.fi/logistiikka>

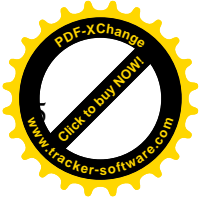
Lambert, Douglas M., Stock, James R. & Ellram, Lisa M. 1998. Fundamentals of logistics management. USA: The McGraw-Hill companies. 8, 16, 54, 277.

Sakki, Jouni. 2009. Tilaus-toimitusketjun hallinta. 7. uud. painos. 75–77, 103–105. Helsinki: Hakapaino Oy.

Speh, T. 2009. Understanding warehouse costs and risks. Warehousing forum. Numero 7. 06/2009. 1-3. Viitattu 23.9.2011.
http://www.google.fi/url?sa=t&source=web&cd=2&sqi=2&ved=0CDEQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.warehousingforum.com%2Fnews%2FKB_v24n07_June2009.pdf&ei=CjB8TszilY2VswbVhdkW&usq=AFOjCNE5vknP54Qk64iqruNOi1RGLIU0Fg

Stock, James R. & Lambert, Douglas M. 2001. Strategic logistics management. 4 painos. 391. New York: McGraw-Hill.

Stora Enso, Key facts. Viitattu 7.10.2011.
<http://www.storaenso.com/about-us/stora-enso-in-brief/key-facts/Pages/key-facts.aspx>



Suomen kuljetusopas. Varaston kiertonopeus. Viitattu 27.9.2011.
<http://www.kuljetusopas.com/varastointi/kiertonopeus/>

(Tarvainen, Lasse. 2003. Lähtölogistiikan optimointi aaltopahviteollisuudessa. Diplomityö. TKK)

Von Bagh, A., Günther, C. & Salmenkari, R. 2000. 2000-luvun logistiikan johtaminen. Helsinki: WS Bookwell, 158-161.

LIITTEET

Liite 1. Otot yhteenvetotiedostosta

Nimike	Nimikenimi	Asiakas	Kattavuusryhmä	Nimikeryhmä	myydyt kpl	myydyt eur	min	maks	Tuotantoerä	min/maks keskiarvo	Kierronopeus
FG103588	Tuote 1	Asiakas 1	Varasto	231	8 640	10	15000	45000	30000	31000	0,28
FG108876	Tuote 2	Asiakas 2	Var_PB_HLA	221	145	20	220	660	440	440	0,33
FG026577	Tuote 3	Asiakas 3	Varasto	#PUUTTUUI	43 050	30	0	24000	#PUUTTUUI	120000	0,36
FG032545	Tuote 4	Asiakas 4	Varasto	231	2 800	40	2000	12000	10000	7000	0,40
FG043169	Tuote 5	Asiakas 5	Varasto	231	1 800	50	1300	7200	5400	4500	0,40
FG026569	Tuote 6	Asiakas 6	Varasto	#PUUTTUUI	53 400	50	0	24000	0	120000	0,45
FG014000	Tuote 7	Asiakas 7	Var_PB_HLA	231	4 700	70	5000	15000	10000	10000	0,47
FG014494	Tuote 8	Asiakas 8	Varasto	231	2 600	30	2500	7800	5200	5200	0,50
FG010877	Tuote 9	Asiakas 9	Varasto	#PUUTTUUI	250	90	240	720	480	480	0,52
FG026571	Tuote 10	Asiakas 10	Varasto	#PUUTTUUI	54 120	100	0	24000	0	120000	0,53
FG064740	Tuote 11	Asiakas 11	Varasto	231	1 025	110	1000	2500	1500	1750	0,59
FG103016	Tuote 12	Asiakas 12	Varasto	231	15 030	120	5000	45000	40000	25000	0,50
FG103014	Tuote 13	Asiakas 13	Varasto	231	14 855	130	5000	35000	30000	20000	0,74
FG013490	Tuote 14	Asiakas 14	Varasto	231	700	140	300	1500	1200	900	0,78
FG001596	Tuote 15	Asiakas 15	Varasto	231	2 275	150	1000	4000	3000	2500	0,91
FG041213	Tuote 16	Asiakas 16	Varasto	231	5 990	150	3200	3800	5600	6000	1,00
FG023748	Tuote 17	Asiakas 17	Varasto	222	1 750	170	375	2625	1750	1750	1,00
FG027598	Tuote 18	Asiakas 18	Varasto	207	4 200	130	0	3400	0	4200	1,00
FG036666	Tuote 19	Asiakas 19	Varasto	222	1 400	130	700	2100	1400	1400	1,00
FG037135	Tuote 20	Asiakas 20	Varasto	222	1 400	200	700	2100	1400	1400	1,00
FG039564	Tuote 21	Asiakas 21	Varasto	231	350	210	100	600	500	350	1,00
FG044020	Tuote 22	Asiakas 22	Varasto	221	3 000	220	1000	5000	4000	3000	1,00
FG101619	Tuote 23	Asiakas 23	Varasto	221	8 500	230	3000	13000	10000	8000	1,06
FG024848	Tuote 24	Asiakas 24	Varasto	231	10 460	240	3240	15200	12560	9720	1,08

